

ESTUDI COMPARATIU DELS HORITZONS ORGÀNICS D'UN ALZINAR I D'UNA PINEDA DE PI ROIG A L'ALTA GARROTXA (GIRONA)

X. Viñas¹ i V.R. Vallejo²

¹ Departament de Biologia animal, de Biologia vegetal i d'Ecologia. Col·legi Universitari de Girona (UAB). Hospital, 6. 17071-Girona.

² Departament de Biologia vegetal (UB). Diagonal, 645. 08028-Barcelona.

RESUM

S'han estudiat els sòls d'un alzinar i d'una pineda de pi roig de l'alta Garrotxa (Girona), fent anàlisis de C, N, pH, Carbonats i Da dels diferents horitzons.

La relació C/N als horitzons orgànics és molt diferent d'un bosc a l'altre, i l'alliberament de N es realitza a diferents nivells de C/N per a un bosc i per a l'altre. Als horitzons minerals, els valors de la relació C/N són molt semblants.

En superfície, l'evolució de la matèria orgànica va molt lligada amb el tipus de vegetació de què procedeix, mentre que en fondària depèn més de les característiques minerals del sòl.

RESUMEN

Se han estudiado los suelos de un encinar y un pinar de pino albar de la alta Garrotxa (Gerona), de cuyos horizontes se han realizado análisis de C, N, pH, Carbonatos y Da.

La relación C/N es muy diferente en los horizontes orgánicos de los dos bosques, y la liberación de N se realiza en cada bosque a diferente nivel de C/N. En los horizontes minerales, los valores de la relación C/N son muy parecidos.

En superficie, la evolución de la materia orgánica está muy relacionada con el tipo de vegetación del que procede, mientras que, en profundidad, dicha evolución está más influida por las características minerales del suelo.

ABSTRACT

A *Quercus ilex* forest soil and a *Pinus sylvestris* one from NE of the Iberian Peninsula are compared in order to search for the vegetation effect on their organic horizons evolution. C, N, pH, Carbonates and bulk density analyses are performed from different horizons. A very different C/N ratio and organic matter content are observed between both organic horizons and N release occurs at different C/N ratio levels. In the mineral horizons, C/N ratio values coincide. In the top horizons, the organic matter evolution is very related to vegetation type, but in deeper ones it is more closely related to the mineral soil characteristics.

Key words: Forest soils, C/N ratio, Mediterranean climate, Calcareous substrate, Mediterranean forests.

INTRODUCCIÓ

En estudis comparatius dels efectes de la vegetació de planifolis i de coníferes en el sòl es demostren, en general, menors graus de descomposició i d'humificació per a les espècies de coníferes, anomenades, per això, «acidificants» (Duchaufour, 1977; González, 1980; Mac Lean & Wein, 1978; Sing & Gupta, 1977). No obstant, la importància del tipus de vegetació en les propietats del sòl és condicionada per les restants característiques edafogenètiques (Vallejo, 1983).

En el treball present es comparen els sòls de dos boscos de l'alta Garrotxa, un alzinar i una pineda de pi roig sobre materials calcaris, amb l'objectiu d'esbrinar el paper que té el tipus de vegetació en l'evolució dels horitzons orgànics d'aquests sòls.

Per reduir l'efecte d'altres variables, hem escollit dues parcel·les, una d'alzinar i l'altra de pineda, establertes sobre el mateix tipus de roca mare i desenvolupades sota condicions ambientals semblants pel fet de llur proximitat (2 Km de distància en línia recta) i semblants altitud, orientació i situació en el relleu general.

Les contrades d'Agulles, Riu i Gitarríu, properes als boscos mostrejats i pertanyents als municipis de Bassegoda (actualment annexat al d'Albanyà), Montagut i Sales de Llierca foren intensament poblades des de temps molt reculats, cosa que féu que els boscos sofrissin, en general, una explotació intensa. D'ençà dels anys 50, però, aquestes contrades romanen pràcticament despoblades, i els boscos han evolucionat lliurement fins assolir el grau de maduresa que presenten en l'actualitat.

CARACTERÍSTIQUES DE LA VEGETACIÓ

a) Alzinar (*Quercetum mediterraneo-montanum*)

Bosc de rebroll, baix (3-3,5 m d'altura mitjana dels arbres) i dens (90% de recobriment), amb restes d'una plaça carbonera a la parcel·la mostrejada.

Arbres presents: *Quercus ilex*, *Quercus pubescens*, *Fagus sylvatica*, *Ilex aquifolium*.

Arbusts (recobriment 10%): *Juniperus communis*, *Rubus* sp.

Lianes: *Clematis vitalba*, *Hedera helix*.

Herbes (recobriment 25%): *Euphorbia amygdaloides*, *Stachys officinalis*, *Rubia peregrina*, *Viola* sp., *Pteridium aquilinum*, *Prunella grandiflora*, *Neotia nidus-avis*, *Cruciata laevipes*, *Potentilla tabernaemontani*, *Pimpinella saxifraga*, *Hieracium murorum* gr., *Fragaria vesca*, *Vicia sepium*, *Carex* sp.

b) Pineda de pi roig (*Quercetum mediterraneo-montanum*)

Pineda de pi roig amb individus adults (10-15 m) i joves: 70% de recobriment.

Arbres: *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus ilex*.

Arbusts i lianes (recobriment 25%): *Buxus sempervirens*, *Quercus ilex*, *Acer opalus*, *Rubus ulmifolius*, *Juniperus communis*, *Juniperus phoenicea*, *Crataegus monogyna*, *Genista scorpius*, *Lavandula latifolia*, *Thymus vulgaris*.
Herbes (recobriment 95%): *Aphyllanthes monspeliensis*, *Pteridium aquilinum*, *Euphorbia nicaeensis*, *Stachys officinalis*, *Linum catharticum*, *Carex flacca*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Eryngium campestre*, *Prunella grandiflora*, *Potentilla tabernaemontani*, *Hieracium pilosella* gr., *Euphorbia amygdaloides*, *Pimpinella saxifraga*, *Teucrium pyrenaicum*, *Cruciata glabra*, *Lotus corniculatus*, *Plantago media*, *Polygala calcarea*, *Platanthera bifolia*.

CARACTERÍSTIQUES DE LES PARCEL·LES

a) Alzinar

1. *Localització*: Església d'Agulles, al vessant SW del Bassegoda. (UTM 31T DG6984).
2. *Altitud*: 920 m.
3. *Situació*: Mig vessant.
4. *Pendent*: Fort en general (15-25%), però en el lloc concret de la parcel·la, menys accentuat.
5. *Orientació*: SW.
6. *Data del mostratge*: 20-5-86.
7. *Altres*: Hi són freqüents els blocs despresos de més amunt, cosa que origina un sòl irregular, de fondària variable i amb freqüents afloraments de blocs en superfície.

b) Pineda

1. *Localització*: Coll de Faja, camí del Treu Gros. Serra de Gitarriu. (UTM 31T DG6982).
2. *Altitud*: 1000 m.
3. *Situació*: Mig vessant.
4. *Pendent*: 20%.
5. *Orientació*: SE.
6. *Data del mostratge*: 1-6-1986.
7. *Altres*: Hi ha afloraments freqüents de blocs en superfície.

En ambdues parcel·les, la roca mare és constituïda per calcàries dures del Terciari (Formació Sagnari. Eocè), i en la parcel·la de Pineda, per damunt del nivell de calcàries dures mostrejat, hi afloren nivells de margues (Estévez, 1973; Sanz, 1981).

MOSTRATGE I MÈTODES ANALÍTICS

a) S'han agafat de cada bosc 5 mostres a l'atzar, de $33 \times 33 \text{ cm}^2$, representatives d'una parcel·lació de superfície aproximada de 125 m^2 , i s'ha constituït, per a cada horitzó diferenciat, una mostra mixta mesclant la fracció fina de les parts corresponents de cada mostra. Dels horitzons més profunds d'ambdós sòls (A_{12} de l'alzinar i A_{12} i B de la pineda) s'han agafat mostres indicatives que, en el cas de la pineda, no han estat quantificades.

b) Les anàlisis han estat realitzades, en general, a partir de submostres extretes de cada mostra mixta, però, a més, s'han realitzat anàlisis de carboni i nitrogen d'algunes mostres sense mesclar.

c) Els carbonats han estat mesurats pel mètode del calcímetre de Bernard.

d) Per a la mesura del pH, les relacions sòl/aigua i sòl/KCl 1 N són 1:2.

e) El C_{tot} i el N_{tot} han estat mesurats per l'analitzador elemental NA 1500 de Carlo Erba del Servei d'Anàlisis de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona.

f) La diferència $C_{\text{tot}} - C_{\text{CO}_3\text{Ca}}$ ens dóna el C_{org} .

g) La matèria orgànica dels horitzons minerals s'obté multiplicant el C_{org} pel factor 1.724.

h) La Da ha estat calculada mitjançant la presa en el camp i l'asseccament i la pesada posteriors d'un volum conegut de mostra.

CARACTERÍSTIQUES DELS HORITZONS

A continuació es descriuen dos perfils representatius de cadascuna de les parcel·les estudiades.

Ambdós són sòls formats a partir de dipòsits col·luvials, amb afloraments de calcària distribuïts de manera irregular. En conseqüència, la profunditat del sòl és força variable.

a) Alzinar

Horitzó L: 2-3 cm.

Horitzó F: 0,7-1,5 cm.

Horitzó H: Gruix variable, 1-1,5 cm. Estructura grumollosa. Color sec: 10YR 4/3. Color humit: 10YR 3/2. Hi ha una certa activitat animal (miriàpodes, etc.). Presència d'arrels fines.

Horitzó A₁₁: 1,5 cm de gruix. Color sec: 7.5YR 5/4. Color humit: 7.5YR 4/2. Presència de moltes arrels fines i poques de mitjanes. Hi ha fongs en traçats d'arrels mortes i activitat animal moderada (anèl·lids, miriàpodes, etc.). No bull amb HCl.

Horitzó A₁₂: Gruix important i variable (de 10 a més de 20 cm). Color sec: 7.5YR 5/4. Color humit: 7.5YR 4/2. Textura més argilosa. Activitat animal

moderada (anèl·lids, miriàpodes). Gruix mostrejat: 4 cm. Ebullició feble i localitzada amb HCl.

Horitzó R: Constituint per l'aflorament de calcàries de superfície irregular i amb esclatxes freqüents.

Classificació: Intergrau entre rendsina i sòl fersialític bru amb reserva càlcica (CPCS, 1967); Xerorthent lític a Xerochrept lític (USDA, 1975).

b) Pineda

Horitzó L/F: 4-5 cm. Hi diferenciem dues fraccions, una de grollera (mida de les partícules >2 mm), que anomenarem L/F, i una altra fracció fina (mida de les partícules <2 mm), que anomenarem F/H. Ambdues fraccions han estat mostrejades juntes.

Horitzó H/A₁: 1,5 cm de gruix. Color sec: 10YR 4/2. Color humit: 10YR 3.5/2. Estructura grumollosa. Conté moltes arrels fines i bull amb HCl.

Horitzó A₁: 1,5 cm de gruix. Color sec: 7.5YR 5/2. Color humit: 7.5YR 4/2. Bull amb HCl.

Horitzó A₁₂: 2,5 cm de gruix. Color sec: 7.5YR 5/2. Color humit: 7.5YR 4/2. Presència de graves i còdols. Conté moltes arrels mitjanes i fines, i bull molt amb HCl.

Horitzó B: Més de 20 cm de gruix. Color sec: 7.5YR 6/4. Color humit: 7.5YR 4/2. Conté arrels gruixudes i hi ha moltes graves i còdols. Bull molt amb HCl.

Horitzó R: Constituint per l'aflorament de calcàries en superfície irregular i amb esclatxes freqüents.

Classificació: Intergrau entre rendsina i sòl fersialític bru amb reserva càlcica (CPCS, 1967); Xerorthent lític a Xerochrept lític (USDA, 1975).

RESULTATS

Els resultats obtinguts figuren a les taules 1 a 4 i a la Figura 1.

Taula 1. Alzinar. Característiques físico-químiques.

Horitzó	n	Prof (cm)	Pes total (Kg m ⁻²)		Da (g cm ⁻³)	Graves (%)		CaCO ₃ (%)	pH [*]		C _{org} (%)	N (%)	C/N [*]
			X	S		X	S		H ₂ O	KCl			
L	5	6-3	1,00	12,78		7,47	11,56	-			41,61	0,99	42,30
F	4	3-1.5	1,99	85,98		36,39	25,34	-			27,74	1,03	26,85
H	3	1,5-0	3,76	166,88		31,12	16,39	0,47			24,06	1,08	22,27
A ₁	4	0-1.5	-	-	1,076	31,18	18,37	1,74	7,0	6,7	7,65	0,45	17,00
A ₁₂	2	1,5-5,5	-	-	0,98	28,67	0,93	5,98	7,5	7,2	4,23	0,33	12,81

n= Núm. mostres.

Prof= Fondària.

X= Mítjana.

S= Desviació típica.

C_{org}= Carboni orgànic.

Da= Densitat aparent.

N= Nitrogen.

*= Anàlisi de mostra mixta.

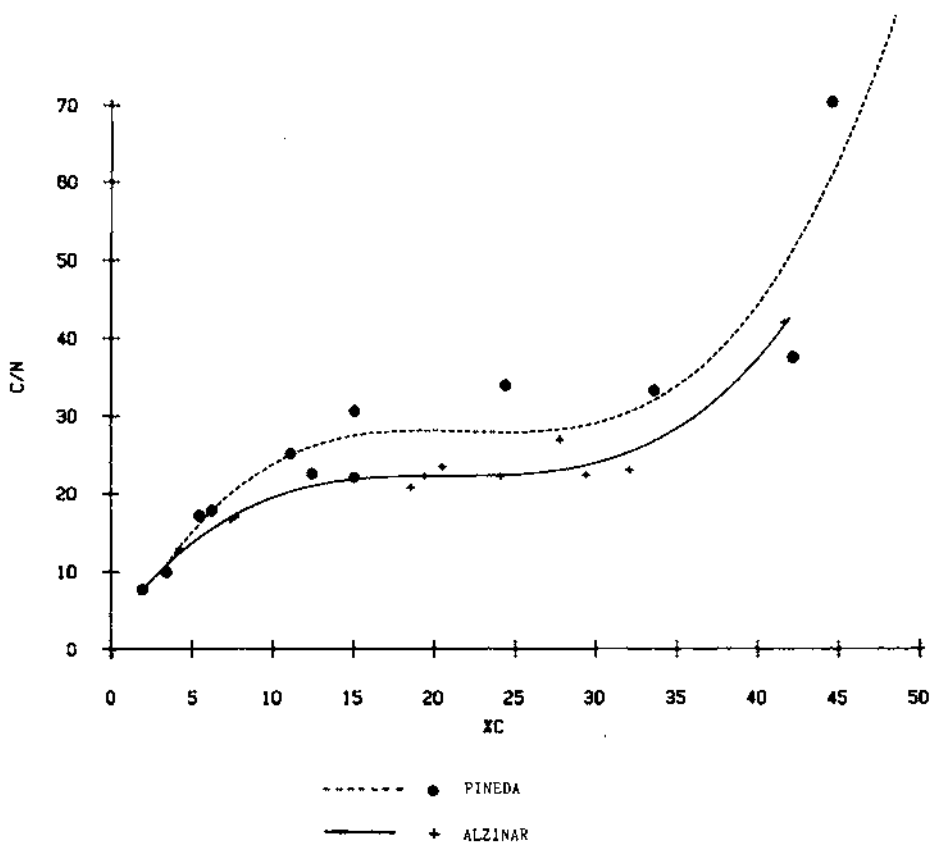


Figura 1. Gràfic de la variació de la relació C/N i del %C_{org} als diferents horitzons.

Taula 2. Pineda. Característiques físico-químiques.

Horitzó	n	Prof (cm)	Pes total (Kg m ⁻²)		Da (g cm ⁻³)	Graves (%)		CaCO ₃ (%)	pH ^a		C _{org} (%)	N (%)	C/N ^c
			X	S		X	S		H ₂ O	KCl			
L/F	5	5	1,98	1,7		12,87 ^a	10,98 ^a	-	6,8	7,0	44,54	0,63	70,70
F/H	5	4,5 ^a	1,72	114,7				-			35,53	1,07	33,20
H/A ₁	5	0-1,5	6,6	313,9	0,67	19,04	14,46	6,42	7,0	6,8	12,41	0,55	22,56
A ₁₁	4	1,5-3			0,81	3,46	3,23	9,48	7,6	7,3	6,22	0,35	17,76
A ₁₂	1	3-11				5,29		17,30	7,8	7,3	3,36	0,34	9,88
B	1	11-20				13,85		18,99	7,8	7,3	2,01	0,26	7,73

^a L/F i F/H mostrejats junts.

n = Núm de mostres.

Prof = Fondària.

X = Mitjana.

^a = Anàlisi de mostra mixta.

C_{org} = Carboni orgànic.

N = Nitrogen.

S = Desviació típica.

Taula 3. Alzinar. Pesos totals dels horitzons.

Horit	Prof (cm)	Da (gr cm ³)	C		N		MO (Kg ha ⁻¹)
			Pes (Kg ha ⁻¹)	% del total	Pes (Kg ha ⁻¹)	% del total	
L	6-3	-	3844	15,53	91	7,67	9238
F	3-1,5	-	3484	14,07	129	10,85	12559
Suma horitzons orgànics superiors			7328	29,60	220	18,52	21797
H	1,5-0	-	3515	14,20	133	11,12	25347
A ₁	0-1,5	1,076*	8377	33,84	493	41,32	14442
A ₁₂	1,5-3	0,98*	5537	22,36	345	28,96	9546
Suma total (fins a 3 cm de fondària)			24757		1191		71132

Prof= Fondària.

(a)= Hi ha el triple de graves a l'A₁ que a l'A₁₂.

C= Carboni.

N= Nitrogen.

MO= Matèria Orgànica.

Taula 4. Pineda. Pes total dels horitzons.

Horitzó	Prof (cm)	Da (gr cm ³)	C		N		MO (Kg ha ⁻¹)
			Pes% (Kg ha ⁻¹)	% del total(Kg ha ⁻¹)	Pes% (Kg ha ⁻¹)	% del total	
L/F	5-0	-	7877	24,65	111	10,10	17686
F/H		-	5375	16,82	162	14,68	15129
Suma horitzons orgànics superiors			13252	41,47	273	24,78	32815
H/A ₁	0-1,5	0,67	10097	31,60	447	40,58	17407
A ₁	1,5-3	0,81	8608	26,93	382	34,62	14838
Suma total (fins a 3 cm de fondària)			31957		1102		65060

Prof= Fondària.

C= Carboni.

N= Nitrogen.

MO= Matèria orgànica.

DISCUSSIÓ

El percentatge de carbonats en fondària és més important a la pineda que a l'alzinar. L'existència d'un col·livi enriquit en carbonats, procedent de l'aflo-rament de margues per damunt de la parcel·la, sembla que explica l'abundància de carbonats a la pineda. Els pH es relacionen amb els continguts de carbonats.

La matèria orgànica dels horitzons orgànics superiors de la pineda (L/F i F/H) és més important que la de l'alzinar (horitzons L i F). Les dades biblio-

gràfiques ofereixen valors de caiguda de virosta entre 5,3 i 8,9 T ha⁻¹any⁻¹ per al pi roig (Aussenac, 1969; Gallardo et al., 1986; Gloaguen & Touffet, 1980; Prusinkiewicz & Bigos, 1978) i de 5,3 T ha⁻¹any⁻¹ per a l'alzinar del Montseny (Verdú, 1984). A partir d'aquestes dades, i fent la suposició que els boscos estudiats es troben en la situació d'equilibri pel que fa a la virosta, es dedueix que el *turnover* de la matèria orgànica en els horitzons L+F és més ràpid a l'alzinar que a la pineda. Aquestes diferències en la velocitat de descomposició de la fullaraca serien atribuïbles a la diferent composició de les fulles d'ambdues espècies, donades les condicions climàtiques similars de les parcel·les.

La quantitat de C acumulada fins als tres cm de profunditat és superior a la pineda que a l'alzinar. La quantitat de C acumulada als horitzons orgànics de la pineda és també superior a la de l'alzinar.

La matèria orgànica total als tres primers cm dels horitzons minerals és superior a la dels horitzons orgànics, encara que la concentració hi sigui força inferior a causa de la densitat molt més alta dels horitzons minerals.

La relació C/N als horitzons superiors (orgànics) és molt diferent a la pineda que a l'alzinar, però, en fondària, aquestes diferències desapareixen, com es pot veure a la Figura 1. L'estadi d'alliberament de N, corresponent al tram paral·lel a l'eix x de les corbes (Vallejo & Hereter, 1986), es produeix a diferents nivells de C/N per als dos tipus de vegetació.

El percentatge de C_{org} als horitzons minerals (A₁ i A₁₂) és força semblant en ambdós boscos.

La influència del tipus de vegetació s'expressa, doncs, a través de la velocitat de descomposició de la virosta, relacionada inversament amb la seva relació C/N. Aquesta influència es manté mentre la virosta conté restes vegetals poc transformades –presència assenyalada per relacions C/N elevades i diferenciades en ambdues parcel·les– i es restringeix als horitzons orgànics i als primers centímetres del sòl mineral. Als horitzons inferiors es produeix una convergència de les relacions C/N i del contingut en matèria orgànica, que pressuposen la desaparició de les diferències atribuïbles a la composició de la vegetació, i el predomini del factor medi mineral en la descomposició de la matèria orgànica.

Bibliografia

- AUSSENAC, G. (1969). Production de litière dans divers peuplements forestiers de l'Est de la France. *Oecologia Plant.*, 4, 3: 225-236.
- C.P.C.S. (1967). *Classification des sols*. E.N.S.A., docmulting. Grignon.
- DUCHAUFOUR, P. (1977). *Pédologie. I. Pédogenèse et classification*. Masson. Paris.
- ESTEVEZ, A. (1973). *La vertiente meridional del Pirineo Catalán al norte del curso medio del Fluvià*. Tesi Doctoral. Universitat de Granada.
- GALLARDO, J.F., SANTA REGINA, I., SAN MIGUEL, C. (1986). Retorno al suelo y evolución de la descomposición de la hojarasca en tres ecosistemas forestales de la sierra de Béjar. Dins: Diput. Barc. Servei Parcs Naturals. *Bases ecològiques per a la gestió ambiental*: 102-103.

- GLOAGUEN, J.C. (1980). Vitesse de décomposition et évolution minérale des litières sous climat atlantique. I. Le hêtre et quelques conifères. *Acta Oecol. Plant.*, 1 (15): 3-26.
- GONZÁLEZ, M.I. (1980). *Efecto de la vegetación (Quercus pyrenaica Willd y Pinus pinaster Sol) sobre suelos de la vertiente norte de la Sierra de Gata. Materia orgánica y su evolución*. Resumen tesis. Salamanca.
- MACLEAN, D.A. & WEIN, R.W. (1978). Weight less and nutrient changes in decomposing litter and forest floor material in New Brunswick forests stands. *Canadian Jour. Bot.*, 56, 21: 2730-2749.
- PRUSINKIEWICZ, Z. & BIGOS, M. (1978). Rhythmicity of accumulation and decomposition of forest litter in three mixed forest stands on the soils with different types of forest floor. *Ekologia polska*, 26: 325-345.
- SANZ, M. (1981). *El sistema hidrogeológico de Banyoles-La Garrotxa*. Tesi Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- SING, J.S. & GUPTA, S.R. (1977). Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. *The Botan. Rev.*, 43, 4: 449-528.
- U.S.D.A. (1975). Soil Taxonomy. *Agricultural handbook*, 436. Soil Conservation Service. Washington.
- VALLEJO, V.R. (1983). *Estudio de los suelos forestales de la Depresión Central Catalana*. Tesi Doctoral. Universitat de Barcelona.
- VALLEJO, V.R. & HERETER, A. (1986). Analysis of the C/N ratio distribution in mediterranean forest soils. *Transaction of the XIII Congress of ISSS*: 650-651.
- VERDÚ, A.M.C. (1984). *Circulació de nutrients en tres ecosistemes forestals del Montseny: Caiguda de virosta i descomposició de fullaraca*. Tesi Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.